



Miljøministeriet  
Miljøstyrelsen

# Rapport om IPM-bedrifter og præcisionsteknologi Hverringe Gods

Februar 2023

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion:

Rasmus Emil Jensen (SEGES Innovation)

Poul Henning Pedersen (SEGES Innovation)

Carsten Fabricius (SEGES Innovation)

Miljøstyrelsen offentliggør rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, som er finansieret af Miljøstyrelsen. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse.

# Indhold

<b>1.</b>	<b>Forord</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Introduktion til Hverringe Gods</b>	<b>5</b>
2.1	Hverringe Gods	5
2.2	Udfordringer og IPM fokuspunkter på bedriften	5
<b>3.</b>	<b>Nuværende adgang og anvendelse til præcisionsteknik</b>	<b>7</b>
3.1	Afprøvet præcisionsteknik og erfaringer	7
3.2	Nye anvendelser af præcisionsjordbrug som deltagelsen i IPM-projektet har medført	8
<b>4.</b>	<b>Fremtidige præcisionstiltag</b>	<b>9</b>
<b>5.</b>	<b>Økonomisk gevinst og reducereret forbrug af plantebeskyttelsesmidler</b>	<b>10</b>
<b>6.</b>	<b>Udfordringer og handlingsplan</b>	<b>11</b>

# 1. Forord

På baggrund af arbejdet med tre innovationsbrug gennem projektet 'Innovationsbrug – praksisnær implementering af IPM', har Miljøstyrelsen anmodet SEGES Innovation om at udarbejde nærværende rapport.

Rapporterne fra hver af de tre IPM Innovationsbrug indeholder en analyse vedrørende status, muligheder og barrierer for anvendelsen af præcisionsteknologi til udbringning af pesticider på hver af bedrifterne. Denne rapport omhandler Hverringe Gods repræsenteret ved driftsleder Rune Gjengedal.

Rapporten indeholder konkrete forslag, anbefalinger og potentialer for øget eller ændret udnyttelse af præcisionsteknologi på bedriften på kort og langt sigt. Analysen omfatter det udstyr, der allerede forefindes på bedriften og anbefalinger af yderligere udstyr, som vurderes at kunne nedsætte pesticidforbruget.

En tak skal lyde til Rune Gjengedal for at bistå med oplysninger og sine vurderinger af den fremtidige anvendelse af præcisionsteknologi.

## 2. Introduktion til Hverringe Gods

### 2.1 Hverringe Gods

Hverringe Gods er med omkring 1300 ha og tilsvarende areal i forpagtning en repræsentant for større bedrifter, som strukturudviklingen fører frem imod. Der dyrkes mange forskellige afgrøder og virksomheden rækker ud over et stort geografisk område. En del af produktionen er økologisk.

Driftsleder Rune Gjengedal har siden 1990'erne på forskellig måde haft fokus på planteproduktion med høj kvalitet og lav miljøbelastning, herunder udnyttelse af den nyeste teknologi. Det gælder bl.a. certificering af planteproduktionen, fokus på behandlingsindeks og forsøg med dyrkning af pesticidfri maltbyg til et af de store bryggerier. Der er i dag særligt fokus på frøproduktion, fremavl og specialafgrøder, og der er investeret i nyeste teknologi inden for sprøjeteknik og terminaler.

Dygtige medarbejdere er afgørende for en virksomhed af denne størrelse. I høst er der 10-12 ansatte. Rune Gjengedal har meget fokus på at uddanne medarbejderne og sparre med dem om den daglige drift, herunder at sørge for at virksomheden har kompetencer til at håndtere det højteknologiske maskinudstyr.

### 2.2 Udfordringer og IPM fokuspunkter på bedriften

Planteproduktionen er fordelt på flere lokaliteter, hvor der i forskellige sædskifter er fokus på forskellige afgrøder og produktioner. Det centrale i markbruget på Hverringe er frøavl. Væselhale er som andre steder i landet et stigende problem, som stordriften, hvor det ikke er muligt at have intensivt fokus på hvert lille hjørne af markerne, ikke gør det nemmere at løse. Flere landbrug vil komme op i størrelser og kompleksitet ligesom Hverringe Gods, så der skal fokus på at finde frem til flere IPM-tiltag tilpasset denne virkelighed, hvor forebyggelse sammen med kemiske løsninger kan skabe en bæredygtig frøproduktion.

Væselhale er en ukrudtsart, som siden 1990'erne har spredt sig til alle dele af landet og er en særlig stor udfordring i frøavl, hvor der er strenge krav til renhed af frøpartierne. Etablering af engrapgræs i vinterafgrøder har været den foretrukne udlægsmetode, men giver problemer med væselhale, der ligesom vinterafgrøder er vinter-enårig. Udlæg i ærter er et godt alternativ. Men denne strategi sætter begrænsninger på grund af mindre attraktiv økonomi ved at øge ærte dyrkningen. Desuden vil der være nogle sædskiftemæssige begrænsninger, når der skal være 5 friår mellem ærter.

Hidtil har udfordringen med væselhale delvist kunnet løses ved at udføre en vintersprøjtning med Reglone. Som en aktivitet i IPM Innovationsprojektet har gasbrænding været forsøgt som et alternativ til Reglone. Men effekten viste sig utilstrækkelig samtidig med, at kapaciteten ved brænding er helt utilstrækkelig.

#### Ændret sædskifte

Vejen til at løse udfordringerne med væselhale og andet græsukrudt er overordnet at ændre sædskiftet, så andelen af vårsæd nu er øget fra 25-30 procent til ca. 40 procent. Frøgræs bliver fremover etableret efter to år med vårbyg. Det første år etableres vårbyggen uden pløjning, mens der pløjes forud for andet års vårbyg med frøgræsudlægget. Derved høstes fordel af, at

væselhalefrøene neden på furebunden i nogle år har været udsat for henfald, så hovedparten ikke længere er spiredygtige.

Dernæst udnyttes de gamle frømarker nu til efterafgrøder i stedet for, som tidligere, at så vintersæd. Det giver i efteråret tid til henfald af spildfrø og græsukrudsfrø i frøgræsstubben og kvaliteten af vinterpløjning bliver meget bedre, fordi der ikke er et tidspres og jorden ikke er for tør til at udføre en god pløjning.

### **Såtid for vintersæd**

Hybridrug til fremavl sås tidligt mellem 7. og 15. september. Høje omkostninger til udsæd og udnyttelse af maskinkapaciteten betyder, at kompromiser ikke kan undgås. For at kompensere for den uundgåelige begunstiggelse af græsukrudt ved tidlig såning følger vinterraps efter rugen, så der kan bruges Kerb. Til gengæld sås vinterhvede sent i et vindue fra 25. september til 20. oktober. Det kommer nok somme tider til at koste at en vinterhvedemark på grund af for meget nedbør ikke bliver sået og må erstattes af en vårsædsmark. Men det er prisen for generelt at så senere.

### **Præcisionsteknologi**

I dag bruger Hverringe Gods gradueret kalkning, såsæd, gødning og plantebeskyttelsesmidler. Og udbytte registreres med udbyttekort. Desuden arbejdes der med spotsprøjtning.

GPS-autostyring og sektionskontrol har stor værdi på en bedrift som Hverringe, der har mange ukurante marker og dermed mange kiler og foragre. Indtil nu er det gradueret behandling med svampemidler og vækstregulering, som har været i fokus. Det har teknisk fungeret fint, men det er svært at kontrollere, om det resulterer i øget udbytte og/eller mindre pesticidforbrug. En gevinst ved gradueret vækstregulering i frøgræsset er, at det sikrer en mere ensartet afgrøde og dermed letter høsten. Der er meget stor økonomisk gevinst ved korrekt vækstregulering af frøgræs. Men i områder med stor biomasse og i lavninger anvendes typisk den højeste tilladte dosering, mens der i øvrige områder anvendes mindre. I vinterhveden anvendes generelt nedsatte doseringer af vækstreguleringsmidler. Der er set god effekt af gradueringen, som giver højere doser i lavningerne. Ved svampesprøjtning er der tale om en omfordeling af den dosis, som der ud fra beslutningsstøtte og de aktuelle vejrforhold vurderes at være behov for.

I 2022 har der i hele sæsonen været adgang til data fra satellitterne. Der er konstateret en stor variation i markerne, som stemmer godt overens med erfaringer og kendskab til bonitet.

Programmerne til at bearbejde data med virker godt og ovenstående anvendelse af præcisionsteknik er godt kørt ind i den daglige praksis.

# 3. Nuværende adgang og anvendelse til præcisionsteknik

## 3.1 Afprøvet præcisionsteknik og erfaringer

På Hverringe Gods har man arbejdet med præcisionsplanteavl i over 25 år og har i den periode oplevet, at udstyret er blevet bedre og bedre. I alt kører Hverringe med 8 sprøjteenheder på deres arealer i omdrift. Den primære sprøjte er en højteknologisk 36 meter bomsprøjte med sektionsaflukning for hver meter, dvs. for hver to dyser. Den bruges så meget som muligt, mens de øvrige sprøjter laver specialopgaver og sættes ind, når kapaciteten for den primære sprøjte ikke er tilstrækkelig. Sprøjterne fordeler sig med 2 bomsprøjter på Hverringe, 2 båndsprøjter til rækkeafgrøderne, ATV sprøjter, vægesprøjte m.fl.

Der er generelt en stor investeringsvilje og interesse i at lave så meget præcisionsarbejde som muligt. Det skal selvfølgelig være rentabelt for bedriften, og derfor er det ikke alle ambitioner, der føres ud i praksis med det samme.

### Graduering af svampemidler og vækstregulering

Omkring 80 procent af behandlingerne med svampe- og vækstreguleringsmidler bliver udført med en graduering efter tildelingskort baseret på biomasse og baggrundskort. Nogle gange er det nødvendigt at blande midler for at opnå en god timing, og så er graduering ikke aktuel og der vælges fast dosis.

Der er på bedriften adgang til mange baggrundskort, der sammen med multispektrale billeder fra satellit og dronebilleder giver nyttig information til udarbejdelsen af tildelingskort.

Graduering af vækstreguleringsmiddel i frøgræs er præcisionssprøjteopgave, som giver en stor fordel ved at gøre kapaciteten til at høste afgrøden meget større. Men det er en udfordring at finde gode data til at udarbejde tildelingskort. Eksempelvis er baggrundskort baseret på den aktuelle biomasse af frøgræs misvisende, hvis der i foregående år har lejesæd i en lavning. Her vil frøafgrøden være tynd ved vækststart, men alligevel er behovet for vækstregulering til stede. Det er vigtigt at inddrage historikken og korrigere tildelingskortet.

### Oplevelser med programmer

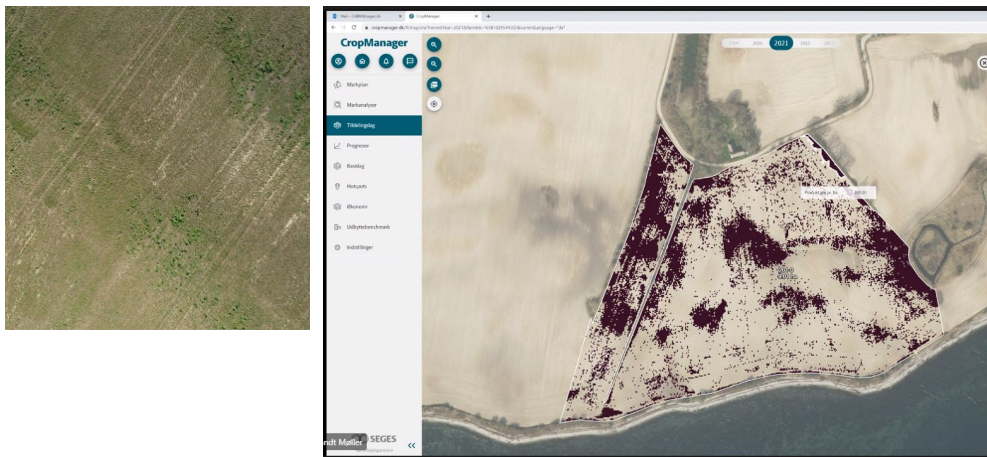
Gennem årene er anvendt, og der anvendes stadig en bred vifte af managementprogrammer (MarkOnline, CropManager, FarmTracking, Næsgaard Mark, My John Deere og Telematics). På maskinerne er der terminaler fra flere maskinproducenter (Claas, John Deere, Trimble).

Den trådløse overførsel af tildelingskort fra CropManager til maskinerne via AgriRouter har der været stor tilfredshed med. Især at det tager arbejdsgangen med at skulle flytte kort på eksempelvis USB-nøgler ud af ligningen, er en stor fordel. Med samme system er det også muligt trådløst at føre data om udførte opgaver tilbage i markstyringsprogrammerne.

Baggrundskort er lavet for alle marker. Det er en nødvendighed at udarbejde baggrundskortene ud fra sit kendskab til marken, da de satellitbaserede biomassekort ikke i alle områder er det reelle udtryk for afgrødens tilstand og vækstmuligheder.

### 3.2 Nye anvendelser af præcisionsjordbrug som deltagelsen i IPM-projektet har medført

I den treårige projektperiode for IPM Innovationsbrug har Hverringe Gods arbejdet videre med at implementere præcisionsteknologi, som også inden projektet har været i fokus. Igennem projektet er der arbejdet med optimering af graduering af vækstregulering i frøgræs (som nævnt i afsnit 3.1) og forsøg med spotsprøjtning af tidsler i frøgræs. Overordnet og uafhængigt af projektdeltagelsen er der arbejdet med at øge præcisionen og anvendelsen af GPS-autostyring af sektionvis åbne og lukke af sprøjter, gødningsspredere og senest ved investering i en ny såmaskine, som kan udføre en meget præcis sektionvis åbne/lukke ved foragre. Indsatsen betyder, at der opleves mere ensartede afgrøder, som er nemmere at høste. Dette indikerer, at afgrøderne alt andet lige yder ukrudtet bedre konkurrence, og at indsatsfaktorerne som udsæd, gødning og plantebeskyttelsesmidler udnyttes mere optimalt.



Billeder: Tv. ses en tidselkoloni i frøgræsmark på Hverringe Gods. Th. ses tildelingskort generet i CropManager med ThistleTool.

#### RoboWeed Maps

Patriotisk Selskab har som det første rådgivningsselskab lavet en satsning på at implementere ukrudtsbekæmpelseskonceptet RoboWeed Maps. Overkørslen af nogle marker på Hverringe i foråret 2022 viser, er et eksempel på at det er mere reglen end undtagelsen, at der opstår en række udfordringer, som skal løses. Det viste sig, at kameraerne udsættes for en stor belastning, så ved kørslen var det ene kamera i stykker. Dernæst kunne bearbejdningen af data og generering af et tildelingskort, som involverer flere eksterne parter, ikke ske hurtigt nok, så det ville blive for til at sprøjte mod græsukrudt i hvede at afvente tildelingsfilen.



## 4. Fremtidige præcisionstiltag

### Rækkedyrkning af frøgræs

På Hverringe undersøger man mulighederne for rækkedyrkning af frøgræs med anvendelse af separat båndsprøjtning i rækken med afgrøden og skærmet sprøjtning mellem rækker. Der er som nævnt ovenfor investeret i en såmaskine, som har GPS-styring over sårækken. Det giver mulighed for at anvende separat gødning i rækkerne, så planter i rækkerne styrkes og udkonkurrerer ukrudt.

Der overvejes investering i en bånd- og rækkesprøjte med et dobbeltsprøjtesystem, der både kan sprøjte mellem rækkerne og båndsprøjte i rækken. Vurderingen er, at en almindelig bom-sprøjte med GPS-styring ved dyserne ikke er tilstrækkelig præcis på Hverringes marker i kuperet terræn.

Anvendelsen af aktivt kul er også blevet overvejet som fremtidigt tiltag på Hverringe, men teknikken har en række uafklarede spørgsmål og er for kompleks. Der arbejdes derfor pt. ikke videre med teknikken.

### Større præcision med eksisterende GPS-styret teknik

Med omkring 800 ha foragre er kurvekontrol på bom-sprøjten en af de vigtigste præcisionsfunktioner på bedriften. Dernæst har det høj prioritet, sprøjten har en høj hastighed for tænd og sluk, så nøjagtighed af åbne-luk på dyserne ved spotsprøjtning og foragre er så præcis som mulig. Sprøjten har et dysekontrollsystem med fire dyser med autodyseskifte. Det muliggør kurvesprøjtning, hvor den ønskede dråbekvalitet og vandmængde altid kan opfyldes.

På Hverringe benyttes RTK-GPS til autostyring og sektionskontrol på de sprøjter der kan det. Rune Gjengedal vurderer, at autoluk ved foragre generelt er langt mere upræcist end vi forestiller os. I praksis ses ofte overlap på flere meter. Med den primære højteknologiske mark-sprøjte mener Rune Gjengedal, at Hverringe arbejder inden for én meters nøjagtighed. Men nøjagtigheden kommer an på markens form. Høj nøjagtighed opnås i regulære marker og lav nøjagtighed i de ukurante, da der opstår unøjagtighed, når den store sprøjte skal krænges rundt i kurver.

Brug af vandfølsomt papir, som lægges ud i afgrøden før sprøjtning, giver god indikation af nøjagtigheden på udstyret. På Hverringe udfører man tests for at sikre, at præcisionen er i orden.

### Bedre monitoring

Timing af dronedeflyvning til monitoring af ukrudt er vigtig, og det er noget man gerne vil lære mere om og blive bedre til Hverringe. Det er vigtigt at kende sit ukrudt, samt udviklingen af afgrøden, for at kunne få de rette dronebilleder til udarbejdelse af tildelingskort. Denne vidensopsamling kræver forsøg og afprøvninger, som igen kræver ressourcer for at kunne udføres.

## 5. Økonomisk gevinst og reducereret forbrug af plantebeskyttelsesmidler

Muligheden for at åbne og lukke dyserne enkeltvis giver en stor besparelse af kemi. Men med mange forskellige sprøjter på Hverringe, er det umuligt at lave en præcis beregning af besparelsen. Når udstyret er godt kalibreret, vil besparelsen ved at undgå overlap i foragre og kiler være 5 til 10 procent. Hverringe Gods har som nævnt mange marker, som på grund af naturindholdet i landskabet er ukurante. Det giver ekstra mange kilometer foragre, som øger besparelse på plantebeskyttelsesmiddel ved præcis kørsel. Der er ingen tvivl om at der er et godt økonomisk afkast de hidtidige investeringer i præcisionsteknologi, selv om det på grund af driftens høje kompleksitet ikke er muligt at lave eksakte regnestykker.

En væsentlig gevinst er også, at sprøjteføreren bliver hjulpet til at udføre sprøjtearbejdet med samme præcision hele dagen. Uden teknikken er det en anstrengende opgave at åbne og lukke præcist gennem en hel arbejdsdag.

På Hverringe er man ikke i mål med pletsprøjtning, så her findes et uforløst potentiale i reduktion af plantebeskyttelsesmiddel. Der er fortsat et stort stykke arbejde i at finde ud af at kortlægge ukrudtsbestande, som det giver mening at pletsprøjte. Desuden er arbejdsgangen ikke fastlagt i forhold til at få fløjet dronen, bearbejdet data, lavet tildelingskort og indlæse tildelingskort i terminalen.

På Hverringe mener man, at der ved at samarbejde endnu mere med leverandørerne af præcisionsteknikken, kan opnå endnu bedre præcision og derved besparelse på plantebeskyttelsesmiddel.

# 6. Udfordringer og handlingsplan

## Uddannelse af medarbejderne

Hvem kan hvad, og hvem skal kunne hvad i fremtiden? Uddannelse af medarbejderne er et vigtigt fokusområde på Hverringe. Efteruddannelsen sker både gennem deltagelse i eksterne kurser, men også gennem temaarbejde og afholdelse af interne kursusdage. Pt. planlægges et internt kursus om præcisionsteknik, hvor der for at sikre bedst mulig implementering arbejdes med udgangspunkt i bedriftens udstyr. Rune Gjengedal forventer at uddannelse får større og større betydning for at kunne udnytte de nye teknologier.

Håndtering af tildelingsfiler i terminalerne kan godt give udfordringer. Det er en oplevelse, at det er godt at have medarbejdere med forskellig erfaring. De unge er ofte gode til at løse problemer med terminaler. Det kræver disciplin med mange medarbejdere, der kan have forskellige ønsker om opsætning af terminalen, eksempelvis hvor stort overlappet skal der være ved forskellige opgaver, dvs. størrelsen af dobbeltbehandling ved foragre som sikrer, at der ikke er ubehandlede områder. Og medarbejderne kan have forskellige ønsker/vaner med kørselsmønstre i markerne, så man undgår ekstra transport. Det kan hurtigt give unøjagtigheder, når man gør det forskelligt. For at imødegå dette er der afsat positionsbestemte punkter for start og slut i alle marker. Managementværktøjet My John Deere er i den henseende en stor hjælp i dagligdagen.

## Robotter

Robotter til lugning kan blive aktuelt i fremtiden. Rune Gjengedal følger med i udviklingen af udstyr, der kommer på markedet. Teknisk er det pt. et par autonome amerikanske og en hollandsk lugerobot, som ser mest lovende ud. Også Steketee har en interessant model, som drives af en traktor. En forventet anvendelse vil blive i spinat og i bedriftens økologiske afgrøder.

Rune Gjengedal mener, at det bliver marked og ikke tilskudsordninger, der vil regulere, om robotter skal implementeres. Han forudser at de store avlere selv må tage ansvar for implementere og bidrage til udvikling af de nye robotteknologier.

## Test af teknikker

Test af teknikker er en vigtig opgave, som bliver forsømt. Vi ved for lidt om hvad teknikkerne kan, deres præcision osv. Der er ikke altid overensstemmelse mellem specifikationer og hvad der sker i praksis. Vi ser mange fejl på Hverringe, fortæller Rune Gjengedal.

## Terminaler, softwareversioner og maskinfabrikater

Forskellige terminaler, softwareversioner og maskinfabrikater giver udfordringer ved brugen af præcisionsteknologi. Meget virker, men der opstår mange små fejl mellem nyt og gammelt udstyr. Hverringe har mange terminaler fra der spænder fra de nyeste til ældre modeller. Rune Gjengedal forstår flere test af udstyr udført af uvildige som f.eks. Teknologisk Institut.

Desuden mener Rune Gjengedal at logistik bliver et ekstremt vigtigt element i den fremtidige brug af præcisionsværktøjer. Nye værktøjer skal indrettes på en måde, så de er optimeret med forskellige brugerflader efter brugernes forskellige behov (deltidslandmænd, konsulenter og fuldtids planteavlere).

### **Kontrol med resultat af graduering**

Udbyttekortlægning vil være en måde at evaluere om graduering og andre tiltag har haft den ønskede effekt. Men det har været og er fortsat en udfordring er at få nytte af udbyttekortlægningen, som udføres i de fleste marker. Selv om Hverringe i mange år har arbejdet med udbyttekortlægning, er det først i 2022, der synes at være en udbyttekortlægning, der har tilstrækkelig præcision til at være troværdig. I 2022 har udbyttevariationer samtidig passet godt med, hvad de biomassedata, der er kommet fra satellitterne i sæsonen, har vist.

### **Forslag til konkrete initiativer**

SEGES INNOVATION foreslår på baggrund af ovenstående følgende indsatsområder med præcisionsteknologi, hvis det bliver muligt at fortsætte IPM Innovationsaktiviteten:

- Udstationering af dronestation på Hverringe, så man bliver i stand til at udføre droneoptagelser ved enhver lejlighed, hvor der viser sig et potentiale for at udnytte informationerne til at målrette og forbedre dyrkningen og dermed i sidste ende reducere anvendelsen af pesticider
- Understøtte at dronefotos analyseres i ThistleTool eller på anden måde fortolkes, så de bliver omsat til funktionelle tildelingskort til spotsprøjtning og/eller graduering.
- Udføre test af nøjagtighed ved anvendelsen af tildelingskort.

Der er som nævnt også mange andre udviklingsmuligheder, som løbende vurderes på Hverringe.

## Rapport om IPM-bedrifter og præcisionsteknologi – Hverringe Gods

På baggrund af Miljøstyrelsens projekt med tre IPM innovationsbrug i 2020-2022 er der udarbejdet en rapport for hvert brug vedr. status, muligheder og barrierer for anvendelsen af præcisionsteknologi til udbringning af pesticider.

Rapporten indeholder konkrete forslag, anbefalinger og potentialer for øget eller ændret udnyttelse af præcisionsteknologi på bedriften på kort og lang sigt. Analysen omfatter det udstyr, der allerede forefindes på bedriften og anbefalinger af yderligere udstyr, som vurderes at kunne nedsætte pesticidforbruget



Miljøstyrelsen  
Tolderlundsvej 5  
5000 Odense C

[www.mst.dk](http://www.mst.dk)